第47卷 第12期
2024年12月

干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

Vol. 47 No. 12
Dec. 2024

中国新基建与区域韧性耦合协调发展：时空差异与演变趋势

张立新， 张家瑞

（青岛理工大学管理工程学院，山东 青岛 266520）

摘 要：新基建与区域韧性耦合协调发展是实现新型城镇化的有效途径。构建新基建与区域韧性评价指标体系，基于组合赋权和耦合协调度模型测度31个省份2013—2020年新基建与区域韧性发展指数及耦合协调水平，并采用Dagum基尼系数、空间自相关与马尔可夫链，分析其时空差异与演变趋势特征。结果发现：(1) 新基建与区域韧性发展指数皆呈上升趋势，两者耦合协调状态由轻度失调转变为勉强协调。(2) 耦合协调水平存在空间非均衡性，总体差异有所减小，地区间差异是总体差异的最主要来源。(3) 耦合协调水平有明显的空间集聚特征，主要表现为东部的高值集聚区与西部的低值集聚区。(4) 耦合协调性具有向更高水平跃迁的概率倾向，但难以实现跨越式发展；高值省份对邻近省份有显著的正向溢出效应。研究揭示了新基建与区域韧性的发展现状，有助于为多方主体的规划和管理提供理论支撑及决策参考。

关 键 词：新基建；区域韧性；耦合协调度；空间差异；演变趋势

文章编号：1000-6060(2024)12-2164-13(2164~2176)

在后疫情时期经济复苏、国际形势复杂多变、国内转向高质量发展阶段的要求下，融合信息化、智能化、绿色化等技术和理念的新型基础设施凸显出对经济发展和区域韧性的基础性支撑作用。《国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》明确将新型基础设施作为现代化基础设施体系的重要组成部分，并首次从国家层面提出推动区域韧性建设[1]。新型基础设施和韧性建设已共同融入区域发展战略体系，成为筑牢高质量发展之基、支撑我国现代化建设的战略抉择。

在此背景下，推动我国新型基础设施建设，加快建设现代化经济体系，提高区域韧性成为重要议题。有研究围绕新型基础设施建设（下称“新基建”）的特征属性[2]、时空格局[3]及其对技术效率提升[4]、产业转型升级[5]、经济增长[6]等的单向传导机制展开探讨，并发现数字新基建能够显著促进国内价值链循环[7]，助力新旧动能转换[8]，对地区公共安全韧性[9]、经济韧性[10]及生态空间转型[11]有驱动提升作用。“韧性”一词最早出现于工程领域，后经Holling、Walker等[12-13]的拓展研究，先后出现了工程韧性、生态韧性及演进韧性的概念[14]，成为区域发展韧性研究的主要理论基础。随着研究的不断深入，对区域韧性的理解逐渐系统化，即涉及经济、社会和生态等多个维度，并将其概念归结为在应对各种内外部冲击和风险时能够保持稳定、快速适应、恢复和发展的能力[15]。国内既有研究主要涉及相关理论的梳理与总结[16-17]，经济、社会、生态韧性水平测度[18-20]及提升策略[21-22]等。以往研究间接体现了新基建与区域韧性的相互影响、相互促进关系，而且为评价指标体系构建奠定了良好基础，但鲜有学者直接关注两者的耦合协调发展，对其耦合协调程度的测度及演变趋势分析更显得不足。

收稿日期：2023-07-19； **修订日期**：2023-10-07
基金项目：山东省自然科学基金青年项目(ZR2022QG029)资助
作者简介：张立新(1967-)，男，副教授，主要从事房地产经济与管理及工程项目管理等方面的研究. E-mail: zlx@qtech.edu.cn
通讯作者：张家瑞(1998-)，男，硕士研究生，主要从事区域可持续发展及工程项目管理等方面的研究. E-mail: challengerzjr@163.com

定量测度新基建与区域韧性水平，探究两者耦合协调发展现状，不仅可以加速城市数字化转型，促进产业结构升级，还能突破地理因素的约束和限制，带动新基建的开发推广，这对于优化基础设施建设与地区资源整合，缩小发展差距、推动区域发展协调一体化具有重要意义，因而新基建与区域韧性的耦合协调研究亟待被关注。对此，本研究通过构建新基建与韧性评价指标体系，基于组合赋权和耦合协调度模型测算我国31个省份新基建与区域韧性发展指数及耦合协调水平，并采用Dagum基尼系数、空间自相关与马尔可夫链，分析耦合协调水平的时空差异与演变趋势特征，以期为相关研究决策提供理论支撑及经验参考。

1　新基建与区域韧性耦合机理

区域韧性的提升需要新基建的支持和推动，而新基建的不断发展也需要区域韧性的引领和保障，二者相辅相成、彼此促进，符合可持续发展和建设要求，是实现新型城镇化的有效途径。新基建与区域韧性耦合协调发展机制如图1所示。

新基建为区域韧性提供强大技术支持，是推动韧性建设的动力引擎与底座支撑。新基建对区域经济发展、社会服务、生态治理等的驱动提升作用体现在：智能制造、物流、人工智能等产业能够为地区发展注入新动能，推动经济结构转型升级，增加新型就业和经济增长点，同时以新业态、新模式引导新型消费[23]，提升区域经济竞争力[24]；大数据、云计算等技术可以提高资源利用效率[25]，提供更高质量的医疗、教育、文化等公共服务；数据共享、交互和分析功能有助于畅通区域要素流动与高效配置，增强城市运行效率，提升危机管理和应急响应的精细化水平[26]；清洁能源、智能交通、污水处理等领域的绿色技术创新有助于优化资源配置[27]和能源消耗[28]，促进节能减排和环境保护，建设多样化的城市生态系统。

区域韧性建设作为新基建的实践载体，为新基建提供安全发展空间并实时反馈。相比于传统基建，体现数字化特征的新基建技术结构更为复杂[2]。韧性强的地区能够更好地适应各种环境变化和不确定性因素，为新基建提供安全保障，培育各类市场投资主体，加快新基建与战略性新兴产业布局；区域韧性指数可以为新基建的投资决策提供指导，引导新基建建设方向，使新基建实现可持续、智能型和高效运行要求；新基建需要充足的资源和资金支持，韧性城市通过调配创新生态、高质数据资源[29]，为新基建提供必要的核心要素投入，进而把握数字化转型机遇，推进区域数字化、智能化、绿色化技术的应用升级[30]，最终形成良性循环与有机融合。

2　数据与方法

2.1　指标体系构建

2020年国家发改委明确了“新基建”的内涵：以新发展理念为引领，以技术创新为驱动，以信息网络为基础，面向高质量发展需要，提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系。新基建涵盖信息基础设施、融合基础设施及创新基础设

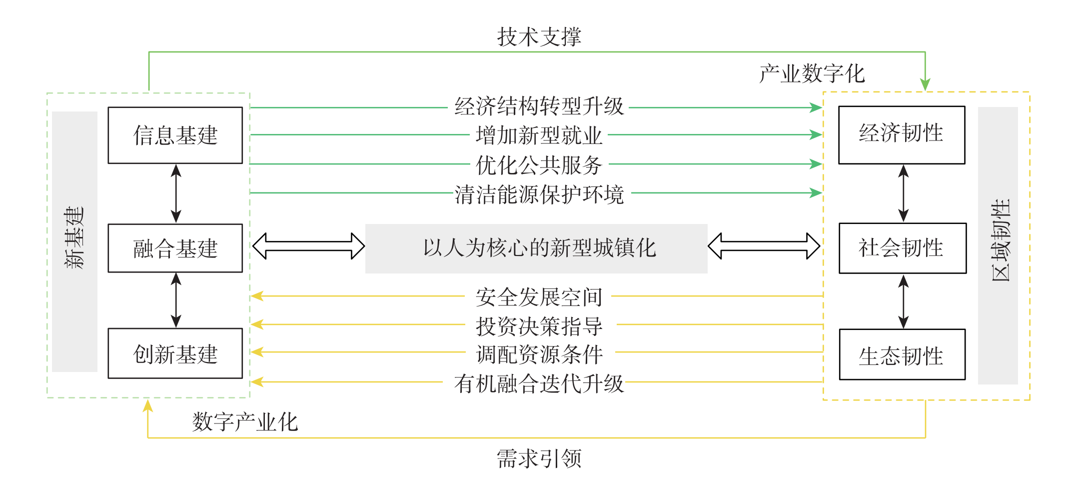


图1　新基建与区域韧性耦合协调发展机制

Fig. 1　Coupling and coordinated development mechanism of new infrastructure and regional resilience

施，可细化为通信网络、新技术、算力、智能交通、智慧能源、重大科技、科教及产业技术创新等领域。根据国内出台的相关政策，同时借鉴前人研究[3,30–33]，选取移动电话基站数量等指标表征新基建发展水平。

区域韧性涉及经济、社会和生态多个维度。经济韧性可以理解为经济体应对外部干扰的能力，表现为地区经济水平和产业结构多元化[34–35]；社会发展注重以人为本，社会韧性体现在人口素质提高、社会稳定性和保障程度完善；生态韧性包括适应性、可持续性及污染治理能力等生态保护和修复能力[36]。从复杂系统的视角，不同维度的韧性综合构成了区域发展系统整体韧性。参考已有的韧性测算的相关文献[19,22,37]，从经济韧性、社会韧性和生态韧性子系统构建区域韧性评价体系，具体指标如表1所示。

2.2 数据来源

以全国31个省份（港澳台数据暂无）为研究样本，考虑到"新基建"数据可得性及准确性而选取2013—2020年作为观测时段。指标体系中工业互联网、人工智能、特高压及新能源充电桩企业数量来自企查查官方平台；其余数据均来源于历年《中国统计年鉴》《中国火炬统计年鉴》《中国科技统计年鉴》等，个别数据缺失值采用线性插值法补齐。按照国家统计局标准，将全国31个省份划分为东

表1 新基建与区域韧性评价指标体系

Tab. 1 New infrastructure and regional resilience evaluation index system

系统	子系统	评价含义	具体指标	指标属性
新基建	信息基建	通信网络	移动电话基站数量/10^4个	正向
			工业互联网企业数/个	正向
			长途光缆线路密度/km·(10^4 km^2)$^{-1}$	正向
		新技术	人工智能相关企业数/个	正向
			信息传输、软件和技术服务业固定资产投资/10^8元	正向
		算力	移动电话交换机容量/10^4户	正向
	融合基建	智能交通	轨道交通运营里程/km	正向
		智慧能源	特高压相关企业数/个	正向
			新能源汽车充电桩企业数/个	正向
	创新基建	重大科技	科技馆建筑面积/10^4 m^2	正向
			国家级科技企业孵化器/个	正向
		科教	大学科技园场地面积/10^4 m^2	正向
		产业技术创新	火炬产业基地企业数/个	正向
			科学研究和技术服务业固定资产投资/10^8元	正向
区域韧性	经济韧性	经济水平	人均GDP/元	正向
			人均消费支出/元	正向
			货物进出口总额/10^8元	正向
		产业结构多元化	第三产业产值占比/%	正向
			工业增加值/10^8元	正向
	社会韧性	社会稳定性	城镇登记失业率/%	负向
		人口素质	本科学历人口占比/%	正向
		保障程度	城乡居民收入差距	负向
			每千人医疗卫生床位数/张	正向
			一般公共预算支出/10^8元	正向
	生态韧性	适应性	建成区绿化覆盖率/%	正向
			人均公园绿地面积/m^2	正向
		污染治理能力	生活垃圾无害化处理率/%	正向
			一般工业固体废物综合利用率/%	正向
			污水处理率/%	正向
		可持续性	环境基础设施建设投资/10^8元	正向

部、中部、西部和东北4大地区。

2.3 研究方法

2.3.1 组合赋权法 客观赋权指利用数据自身属性即相对变化程度确定指标权重，常用方法有熵权法、变异系数法、CRITIC法等，具有一定的可信度和精确度，但是没有考虑指标之间的重要性层级关系且数据样本依赖性较大。序关系法[38]是依据专家经验对指标定性排序后，通过重要程度理性赋值的主观赋权方法，相比AHP该方法无需一致性检验且计算操作较为简便。

为有效避免单一赋权以偏概全，充分考虑指标数据之间的内在统计规律和权威值，本研究选用熵权法和变异系数法确定指标客观权重，由序关系法得到主观权重，通过下式(1)求得修正后的最终权重(F_j^*)，并依式(2)计算各省份的新基建和区域韧性发展指数(S_{it})。具体公式如下：

$$F_j^* = \frac{\sqrt{R_j\left(W_{j1}+W_{j2}\right)/2}}{\sum_{j=1}^{m}\sqrt{R_j\left(W_{j1}+W_{j2}\right)/2}} \quad (1)$$

$$S_{it} = \sum_{j=1}^{m} L_{ijt} F_j^* \quad (2)$$

式中：m为指标数量；R_j、W_{j1}、W_{j2}分别为指标j的主观权重、熵权及变异系数法权重；L_{ijt}为省份i的指标j在t年的标准化值。

2.3.2 耦合协调度模型 参考物理学中的耦合概念，两系统相互影响的强度可以通过耦合度来体现，而协同发展水平则需由耦合协调度来判别[39]。耦合协调度模型为：

$$C = 2\times\left[\left(S_1\times S_2\right)/\left(S_1\times S_2\right)^2\right]^{1/2} \quad (3)$$

$$D = \sqrt{C\times T},\ T = \alpha S_1 + \beta S_2 \quad (4)$$

式中：C为耦合度；D为耦合协调度；T为综合协调指数；S_1、S_2分别为新基建与区域韧性发展指数；α、β为待定参数。区域韧性建设是国家中长期经济社会发展战略更为重要的一环，参考余洁[40]、杨玉欢等[41]的研究，设定$\alpha = 0.4$，$\beta = 0.6$。根据D值大小，对新基建与区域韧性的耦合协调度进行如表2所示等级划分。

2.3.3 Dagum基尼系数 较之泰尔指数、赫芬达尔指数等差异测度方法，Dagum提出的基尼系数分解方法可以将总体差异进行来源分解，在准确识别区域内差异、区域间差异及超变密度对于总体差距的贡献程度方面更有优势[42]。其模型如下：

表2 耦合协调度等级划分

Tab. 2 Coupling coordination degree classification

D值区间	耦合协调程度	D值区间	耦合协调程度
(0.0~0.1)	极度失调	[0.5~0.6)	勉强协调
[0.1~0.2)	严重失调	[0.6~0.7)	初级协调
[0.2~0.3)	中度失调	[0.7~0.8)	中级协调
[0.3~0.4)	轻度失调	[0.8~0.9)	良好协调
[0.4~0.5)	濒临失调	[0.9~1.0)	优质协调

$$G = \frac{\sum_{j=1}^{k}\sum_{h=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j}\sum_{r=1}^{n_h}\left|y_{ji}-y_{hr}\right|}{2n^2\bar{y}} \quad (5)$$

$$G = G_w + G_{nb} + G_t \quad (6)$$

式中：G为基尼系数；k为地区个数；n_j、n_h分别为j、h地区所包含的省份个数；y_{ji}、y_{hr}分别为j、h地区任意省份的新基建与韧性耦合协调度；$\bar{y}$为均值；n为省份总数；G_w、G_{nb}、G_t分别为区域内差异、区域间差异、超变密度贡献率。

2.3.4 探索性空间数据分析 探索性空间数据分析可探究耦合协调度的空间关联特性。全局空间自相关模型如公式(7)所示，其中w_{uv}为空间权重矩阵；X^2为样本方差；D_u、D_v为相邻省份新基建与区域韧性耦合协调度；$\bar{D}$为耦合协调度均值。利用局部莫兰的LISA统计量识别集聚中心的位置，计算方法如公式(8)所示：

$$\text{Moran's } I = \frac{\sum_{u=1}^{n}\sum_{v=1}^{n} w_{uv}\left(D_u-\bar{D}\right)\left(D_v-\bar{D}\right)}{X^2\sum_{u=1}^{n}\sum_{v=1}^{n} w_{uv}} \quad (7)$$

$$I = \frac{\left(D_u-\bar{D}\right)\sum_{u\neq v}^{n} w_{uv}\left(D_v-\bar{D}\right)}{X^2} \quad (8)$$

式中：$\bar{D} = \frac{1}{n}\sum_{v=1}^{n} D_v$，$X^2 = \frac{1}{n}\sum_{u=1}^{n}\left(D_u-\bar{D}\right)^2$。Moran's I的取值范围为[−1, 1]，越趋近于1表明地区之间耦合协调度的空间正相关程度越强。

2.3.5 空间马尔可夫链 借助马尔可夫链反映新基建与区域韧性耦合协调水平的转移方向及概率。构建$n\times n$阶概率转移矩阵，矩阵中元素P_{ij}表示t时期耦合协调度为i类省份在t+1时期跃迁到j类的概率，其公式如下：

$$P_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_i} \quad (9)$$

式中：n_{ij} 为研究期内新基建与区域韧性耦合协调度由 i 等级转移为 j 等级的省份数量；n_i 为 i 等级的省份总数。

空间马尔可夫链是在传统马尔可夫链的基础上引入"空间滞后"条件，将观测省份邻域属性值的空间加权平均作为空间滞后值，分析在空间因素作用下样本的状态转移趋势[43]。空间滞后值计算公式为：

$$\mathrm{Lag}_a = \sum_{b=1}^{n} Y_b W_{ab} \tag{10}$$

式中：Y_b 为 b 省份耦合协调度；W_{ab} 为空间权重矩阵，由邻接原则（两地区相邻为1，不相邻为0）确定。

3 结果与分析

3.1 新基建与区域韧性发展指数

根据式(1)~(2)测算新基建与区域韧性发展指数（表3）。总体来看，研究期内我国新基建与区域韧性发展指数皆呈上升趋势，分别由2013年的0.076、0.275增长至2020年的0.212、0.367。根据ArcGIS自然间断点分级法，将新基建与区域韧性平均指数各划分为4个梯队，揭示其空间分异特征（图2）。

从图2可以看出，新基建与区域韧性水平皆存在明显的省际差异，地区发展具有不充分、不均衡特征，大致呈现为东高西低的梯度递减格局。新基建方面，广东、江苏位于全国第一梯队，北京、浙江、山东位于第二梯队，西部和东北地区大部分省份位于第四梯队。31个省份新基建发展指数均值为0.135，高于均值的省份仅有11个，主要分布在东部沿海地区及中部地区；韧性方面，广东、北京、江苏、浙江及山东位于全国第一梯队，遥遥领先于由西部地区省份组成的第四梯队，该结果与其他学者的研究结论基本一致[19,44-45]，符合我国区域韧性建设的分布特征。全国韧性发展指数均值为0.322，高于均值的省份有13个，表明新基建与区域韧性发展仍有较大的提升潜力。

3.2 耦合协调度时序变化

利用公式(3)~(4)测算新基建与区域韧性指数的耦合协调度（表4）。全国来看，耦合协调度均值呈稳定上升趋势，从2013年的0.377上升至2020年的0.517，由轻度失调转变为勉强协调状态，反映出我国新基建与韧性建设富有成效，两者协同发展水平不断提高。标准差和变异系数是常用的描述数据离散程度的统计指标，此处可用于衡量新基建与区域韧性耦合协调度的地区差异情况。变异系数

表3 新基建与区域韧性发展指数

Tab. 3 Development index of new infrastructure and regional resilience

系统	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
新基建	0.076	0.092	0.106	0.121	0.140	0.156	0.177	0.212
区域韧性	0.275	0.293	0.300	0.313	0.330	0.341	0.358	0.367

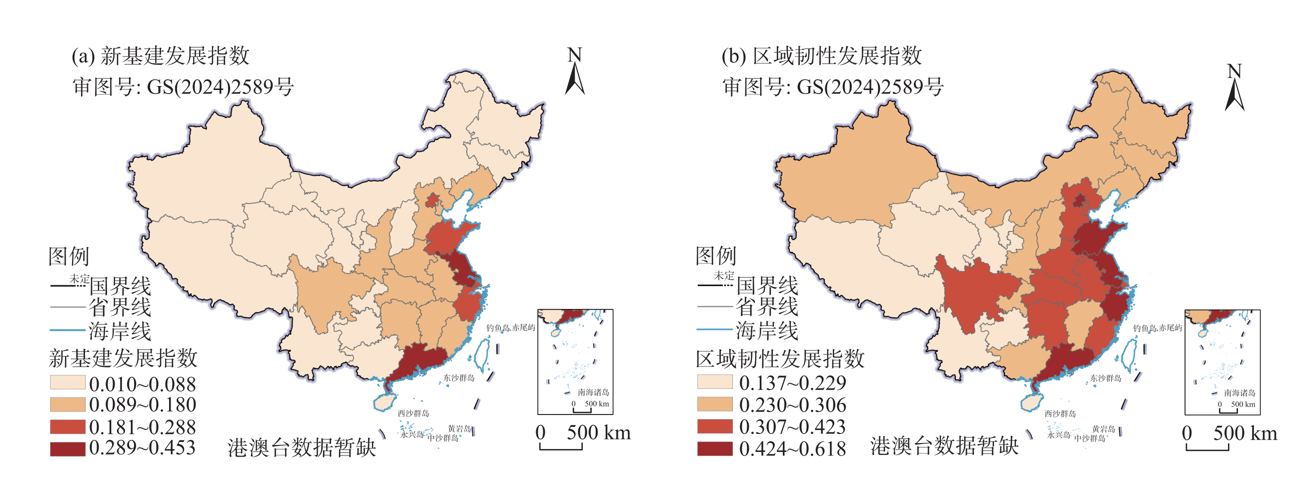


图2 新基建与区域韧性发展指数空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of new infrastructure and regional resilience development index

表4 耦合协调度

Tab. 4 Coupling coordination degree

省份	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	协调程度
北京	0.533	0.567	0.569	0.602	0.621	0.632	0.639	0.619	初级协调
天津	0.395	0.423	0.427	0.456	0.478	0.469	0.471	0.490	濒临失调
河北	0.406	0.427	0.434	0.462	0.492	0.503	0.529	0.551	勉强协调
山西	0.333	0.338	0.351	0.363	0.366	0.378	0.405	0.427	濒临失调
内蒙古	0.335	0.390	0.399	0.408	0.425	0.424	0.430	0.439	濒临失调
辽宁	0.435	0.447	0.463	0.441	0.460	0.465	0.475	0.494	濒临失调
吉林	0.325	0.341	0.357	0.373	0.385	0.412	0.410	0.433	濒临失调
黑龙江	0.356	0.359	0.374	0.395	0.405	0.420	0.433	0.453	濒临失调
上海	0.517	0.540	0.556	0.565	0.582	0.595	0.613	0.626	初级协调
江苏	0.628	0.670	0.686	0.706	0.735	0.755	0.777	0.817	良好协调
浙江	0.483	0.519	0.548	0.573	0.600	0.622	0.656	0.701	中级协调
安徽	0.405	0.427	0.450	0.470	0.490	0.501	0.524	0.550	勉强协调
福建	0.383	0.403	0.440	0.459	0.475	0.517	0.545	0.602	初级协调
江西	0.355	0.372	0.394	0.415	0.438	0.457	0.484	0.508	勉强协调
山东	0.536	0.566	0.599	0.618	0.641	0.664	0.686	0.718	中级协调
河南	0.428	0.454	0.485	0.508	0.553	0.571	0.594	0.634	初级协调
湖北	0.461	0.484	0.482	0.505	0.530	0.546	0.569	0.566	勉强协调
湖南	0.364	0.403	0.438	0.464	0.496	0.523	0.559	0.589	勉强协调
广东	0.626	0.650	0.674	0.711	0.749	0.779	0.816	0.854	良好协调
广西	0.317	0.336	0.358	0.387	0.417	0.430	0.450	0.484	濒临失调
海南	0.254	0.265	0.279	0.290	0.326	0.329	0.362	0.396	轻度失调
重庆	0.351	0.393	0.382	0.397	0.422	0.436	0.462	0.488	濒临失调
四川	0.385	0.408	0.439	0.460	0.486	0.526	0.567	0.600	勉强协调
贵州	0.274	0.296	0.318	0.341	0.368	0.384	0.401	0.419	濒临失调
云南	0.301	0.322	0.331	0.356	0.372	0.392	0.416	0.431	濒临失调
西藏	0.122	0.141	0.152	0.222	0.220	0.228	0.235	0.245	中度失调
陕西	0.369	0.410	0.411	0.433	0.445	0.455	0.472	0.508	勉强协调
甘肃	0.250	0.268	0.285	0.308	0.327	0.336	0.350	0.360	轻度失调
青海	0.214	0.239	0.258	0.271	0.275	0.275	0.292	0.290	中度失调
宁夏	0.252	0.262	0.284	0.295	0.301	0.304	0.306	0.317	轻度失调
新疆	0.290	0.316	0.331	0.346	0.375	0.382	0.400	0.409	濒临失调
均值	0.377	0.401	0.418	0.439	0.460	0.475	0.494	0.517	勉强协调
标准差	0.113	0.117	0.118	0.118	0.123	0.128	0.132	0.139	–
变异系数	0.300	0.292	0.283	0.268	0.268	0.270	0.268	0.269	–

与标准差变化趋势相反，呈波动下降趋势，说明各省份之间耦合协调度的相对差异逐渐减小。

从省域来看，2020年新基建与区域韧性耦合协调度仅有广东、江苏、山东、浙江等13省份高于全国平均水平，其中广东、江苏目前已达到良好协调状态，且在2013年两省份就均已转变为初级协调等级。这些省份有便利的沿海区位条件，经济发展水平高、高新技术产业密集，为新基建的发展提供了有利的人力、物力基础，新基建与区域韧性指数皆位于全国前列，二者深入融合、相互促进，充分满足高质量发展的需要，已形成良好的耦合协调关系。截至2020年，仍有西藏、青海、宁夏、甘肃、新疆、贵州等16省处于失调状态，其中西藏、青海为全国最低，新基建发展滞后，对城市韧性水平提升的支撑作用不明显，新基建与城市韧性长期处于中度失调状态。此类省份位于我国西部，受地理位置和资源禀赋等条件制约，地区经济社会和科技创新发展较为落后，新基建与区域韧性建设基础薄弱，二者互

为掣肘、发展缓慢,耦合协调程度较低。综合来看,处于勉强协调及以上水平的省份渐增,反映出我国新基建发展与区域韧性的耦合协调发展取得一定成绩,整体协同水平向好发展。下一步应加强顶层设计,针对落后地区采取差异化政策措施,补足短板,加速新基建与区域韧性协调一体化发展。

3.3 耦合协调度地区差异及来源分解

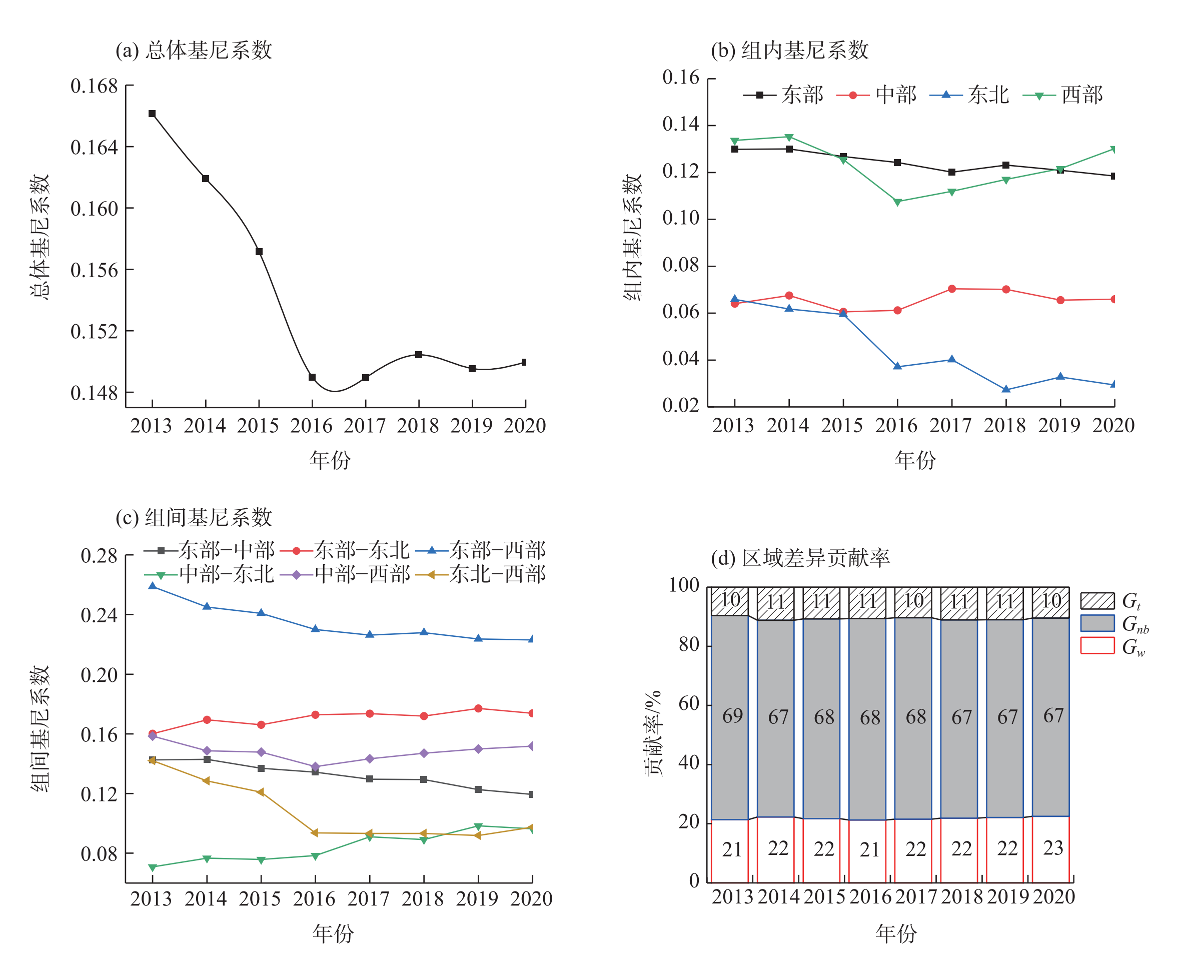
采用Dagum基尼系数及其分解方法,通过Matlab对2013—2020年新基建与区域韧性耦合协调发展的空间差异及其来源进行测算,结果如图3所示。

(1) 总体差异及地区内差异

图3a~b分别为耦合协调度的总体基尼系数和地区内部基尼系数的变化情况。研究期内总体基尼系数介于0.148~0.168,动态曲线大致呈"L"形,下降趋势明显,与上文变异系数表征一致。2013—2016年耦合协调度总体差异从研究期最高点0.166降为最低点0.148,呈快速下降态势;2016—2020年整体呈波动变化,涨幅不明显,具有一定的收敛趋势。地区内部差异变化各有不同:东部及东北地区内部基尼系数呈下降趋势;中部地区基尼系数小幅波动,相对稳定;西部地区基尼系数呈"V"形,2016—2020年持续上升,说明西部地区省份间新基建与区域韧性耦合协调发展差距进一步扩大;东北地区基尼系数保持在较低水平,黑龙江、吉林、辽宁三省差异相对较小,呈现"俱乐部趋同"现象。

(2) 地区间差异

图3c反映了4大地区之间耦合协调发展水平的差异情况。观察各地区之间差异程度,耦合协调水平最优的为东部地区,之后依次为中部、东北、西部地区。其中东部与西部、东部与中部、东北与西部区域差距均呈现缩小趋势,组间基尼系数年均下降率分别为1.97%、2.31%、4.48%。区域间差距呈增大趋势的为东部与东北、中部与东北地区,年均增长率分别为1.22%、5.16%。这说明4大地区新基建与



注:G_w、G_{nb}、G_t分别为区域内差异、区域间差异、超变密度贡献率。

图3 新基建与区域韧性耦合协调水平的地区差异及来源分解

Fig. 3 Regional differences and source decomposition of the coupling coordination level of new infrastructure and regional resilience

区域韧性耦合协调发展水平皆有所提升，东北和西部地区发展相对较为缓慢。

（3）地区差异来源及贡献率

图3d描述了新基建与区域韧性耦合协调度的总体差异来源及其贡献率。可以看出，区域间差异贡献最大，贡献率变动区间在67%~69%，总体呈略微下降态势。区域内差异贡献率介于21%~23%，近年来稍有上升趋势。超变密度对总体差异的贡献率仅约占10%，走势相对稳定，说明空间交叉重叠效应对总体差异影响较小。不难发现，在今后一段时期内新基建与区域韧性耦合协调水平的区域间差异仍是总体差异的最主要来源，区域内差异同样不可忽视，如何打破地域壁垒，促进区域间、区域内各省份的均衡发展是我国新基建与区域韧性耦合协调度向更高水平发展的关键。

3.4　耦合协调度空间相关性

由表5可知，研究期内耦合协调度的全局Moran's *I*为正值，*P*值均小于0.01，*z*值均大于临界值2.58，通过99%置信度显著性检验，表明新基建与区域韧性耦合协调度存在显著的空间正相关，即耦合协调水平相近的省份呈现集聚分布。

耦合协调度的全局Moran's *I*呈波动上升趋势。分阶段来看，2013—2014年Moran's *I*明显减小，2014年达到研究期最低值0.312；2014—2018年Moran's *I*呈波动变化，该阶段新基建与区域韧性耦合协调度的空间关联性不稳定，地区间差异变化不大；2018—2020年Moran's *I*由0.313稳步提高到0.370，全局自相关的集聚态势增强，各省份耦合协调度差距缩小。自"新基建"在2018年中央经济工作会议被首次提出以来，各地密集部署的新基建方针和政策已初见成效，区域韧性水平随之提高，二者空间关联性呈增强趋势。

借助ArcGIS与Geoda软件绘制新基建与区域韧性的LISA集聚图（图4），揭示其空间集聚及演化特征。从图4可以看出，新基建与区域韧性的耦合协调度存在显著的空间集聚关系，主要表现为东部的高值集聚区与西部的低值集聚区。2013—2020年东部沿海省份稳定处于高高集聚区，空间格局稍有变化。湖南、山西等中部省份分别由不显著、低高集聚演化为高高集聚和不显著类型，反映出东部沿海地区的耦合协调度高值省份对周边省份具有辐射带动作用，在东西方向的辐射引领作用更为显著。低低集聚区则未发生明显转移，主要包括西藏、新疆、青海、甘肃4省，特殊的地理环境及人文因

表5　耦合协调度全局Moran's *I*指数

Tab. 5　Global Moran's *I* index of coupling coordination degree

指标	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
Moran's *I*	0.335	0.312	0.325	0.312	0.325	0.313	0.326	0.370
*z*值	3.109	2.918	3.025	2.910	3.020	2.924	3.030	3.408
*P*值	0.001***	0.002***	0.001***	0.002***	0.001***	0.002***	0.001***	0.000***

注：***表示在1%的置信水平下显著。

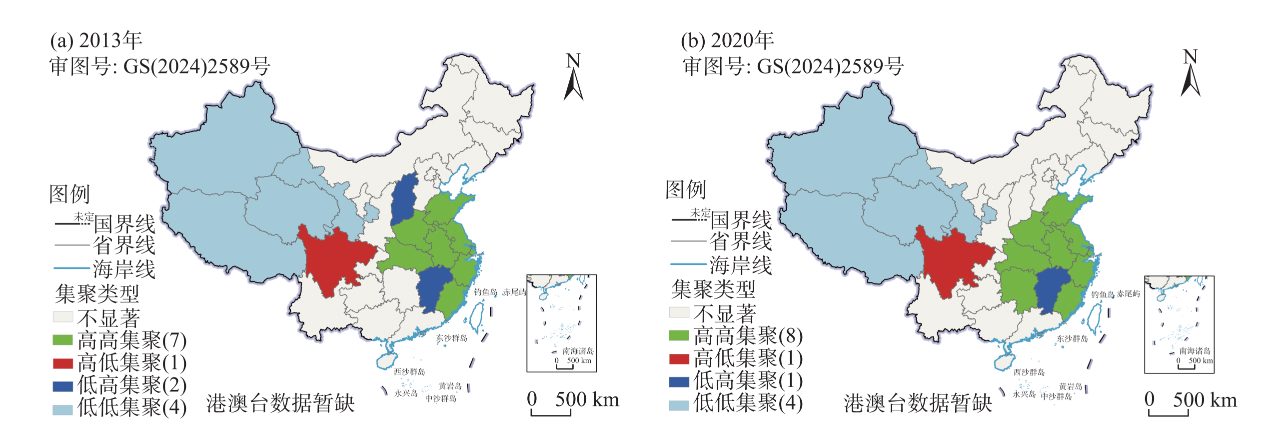


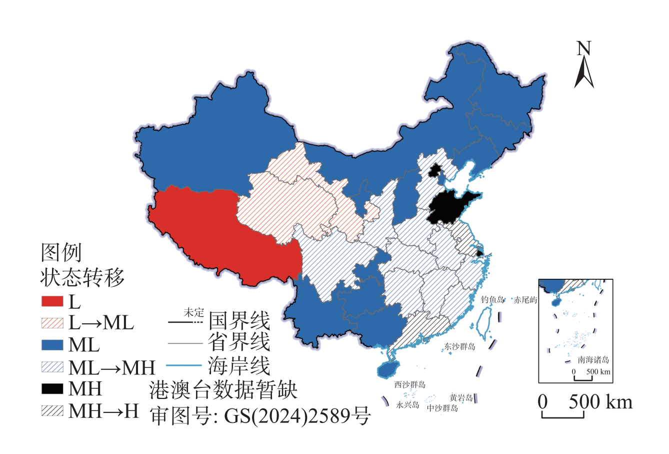
图4　耦合协调度的LISA集聚分析结果

Fig. 4　LISA agglomeration analysis results of coupling coordination degree

素不利于该类省份新兴技术产业发展，新基建与韧性建设乏力，久而久之则形成“高者恒高、低者恒低”的马太效应。未来应落实西部大开发战略，以“一带一路”为契机，加强区域间融合交流，推动协调一体化发展。

3.5 耦合协调度状态跃迁特征

按照四分位法将新基建与区域韧性耦合协调水平划分为低(L)、中低(ML)、中高(MH)和高(H)4个等级，绘制各省份状态转移的空间格局分布图(图5)，并构建Markov状态转移概率矩阵(表6)。



注：L为低；ML为中低；MH为中高；H为高。

图5 2013—2020年新基建与区域韧性耦合协调水平状态转移空间分布

Fig. 5 Spatial distribution of horizontal state transition of new infrastructure and regional resilience coupling coordination from 2013 to 2020

图5显示，2013—2020年耦合协调水平未发生迁移的省份有17个，向上迁移的省份有14个，其中“L→ML”为青海、甘肃二省，“ML→MH”为以中部省份为主的十省，“MH→H”为广东、江苏二省。结合表6，在不考虑空间相互作用时，新基建与区域韧性耦合协调度的状态转换具有以下特征：(1) 具有向更高水平跃迁的概率倾向。研究期内没有省份向下转移，处于低、中低、中高水平的省份分别有0.203、0.250、0.170的概率向更高水平跃迁，新基建与区域韧性耦合协调动态演进呈现良好趋势。(2) 跨越式转移难以实现，跃迁只发生在相邻等级。新基建与区域韧性耦合协调发展是个渐进的过程，从低水平直接跃迁到中高或高水平的概率几乎为零。(3) 对角线上的值表示耦合协调水平保持不变的概率，其数值明显大于非对角线数值，说明耦合协调演进过程中具有维持原有状态的稳定性。

表6 2013—2020年新基建与区域韧性耦合协调状态转移概率矩阵

Tab. 6 State transition probability matrix of coupling coordination between new infrastructure and regional resilience from 2013 to 2020

空间滞后	$t/t+1$	L	ML	MH	H
无滞后	L	0.797	0.203	0.000	0.000
	ML	0.000	0.750	0.250	0.000
	MH	0.000	0.000	0.830	0.170
	H	0.000	0.000	0.000	1.000
L	L	0.846	0.154	0.000	0.000
	ML	0.000	0.857	0.143	0.000
	MH	0.000	0.000	1.000	0.000
	H	0.000	0.000	0.000	1.000
ML	L	0.833	0.167	0.000	0.000
	ML	0.000	0.783	0.217	0.000
	MH	0.000	0.000	0.909	0.091
	H	0.000	0.000	0.000	1.000
MH	L	0.000	1.000	0.000	0.000
	ML	0.000	0.708	0.292	0.000
	MH	0.000	0.000	0.762	0.238
	H	0.000	0.000	0.000	1.000
H	L	0.833	0.167	0.000	0.000
	ML	0.000	0.500	0.500	0.000
	MH	0.000	0.000	0.833	0.167
	H	0.000	0.000	0.000	1.000

注：L为低；ML为中低；MH为中高；H为高；t为时期；t+1为下一时期。

莫兰指数表明新基建与区域韧性耦合协调度的空间关联性显著，故通过空间Markov链探寻空间相互作用下耦合协调水平转移概率的变化情况。对比表6数据：(1) 新基建与区域韧性的耦合协调发展存在空间溢出效应，邻域耦合协调度会影响本地区的转移概率。不考虑空间因素时，处于L等级的省份向ML等级转移的概率为0.203；当考虑空间相互作用后，其转移概率则变为0.154、0.167甚至为1.000。(2) 耦合协调水平高的省份对邻近省份有显著的正向溢出，低值省份对邻近省份有负向抑制作用。在传统Markov转移概率矩阵中，耦合协调度由ML向MH转移的概率为0.250，当与L等级省份相邻时，其转移概率下降为0.143；当与MH等级省份相邻时，其转移概率上升为0.292。图5揭示了空间溢出效应的存在使得新基建与区域韧性的耦合协调发展在空间上形成总体趋异而局部趋同的俱乐部收敛现象。

4 讨论与结论

4.1 讨论

在全球经济增长放缓与国内转向高质量发展的背景下，本研究直接关注新基建与区域韧性的耦合协调发展，测算分析了两者耦合协调度的时空差异及演进趋势特征，填补了既有研究的空白，有助于揭示新基建与区域韧性的发展现状，为多方主体的规划和管理提供理论支撑及决策参考。研究发现，新基建与区域韧性均呈现“东高西低”的空间分布特征，与已有研究相一致。总体协调发展趋势向好，但目前仍有不少省份处于失调状态，空间不均衡形势仍然严峻。为此，应正视地区间、省际间新基建与区域韧性耦合协调发展的空间异质性，从顶层设计出发，因势利导，制订差异化政策措施提升新基建和区域韧性建设，促进全局均衡态势发展。对于耦合协调水平较高的东部地区，应持续发挥创新高地优势，大力推进数字化、智能化新基建布局，加快新技术、新产业、新业态的有机融合，强化经济社会运行保障能力；畅通共建共享、协调互动渠道，充分发挥对周边区域的溢出带动作用。对于中部地区，应加强区域应急合作治理，积极承接东部地区的技术和产业转移，提升新基建对区域韧性的耦合支撑作用；充分发挥中心区位优势的桥梁纽带作用，推动构建东部带动中部、中部带动西部的空间互动格局。对于较落后的东北和西部地区，应把握一带一路和“东数西算”工程建设机遇，兼顾新基建与传统基建，利用政策扶持加大创新资源投入与成果转化，加快数字技术融入现代化体系建设；同时积极探索“后发优势”，注重避免资源盲目投入而导致新基建与城市发展严重脱节，稳步推动新基建与区域韧性向协调发展状态转变。

本文仍存在一些不足及值得深入研究之处：由于“新基建”近年才兴起，限于数据，本文仅涵盖省级层面的研究规模，待时机成熟若延伸至更为细化的城市角度或格网尺度，选用更具有代表性的指标，将使结果更加具体和全面。此外，介于篇幅有限，本研究未深入分析新基建与区域韧性内部子系统之间的关联与差异，各细分领域的关系和相互作用机制可在今后的工作中加以探讨。未来，随着经济社会的发展，新基建的内涵及外延也将随之丰富，其与区域发展的耦合协调仍将是研究的重要方向。

4.2 结论

基于组合赋权和耦合协调度模型测算我国新基建与区域韧性发展指数及其耦合协调水平，并采用Dagum基尼系数、空间自相关及马尔可夫链分析其空间差异与演变趋势。主要结论如下：(1) 新基建与区域韧性水平皆明显提升，大致呈现为自东向西的梯度递减格局，空间异质性较显著。(2) 新基建与区域韧性耦合协调度稳步增长，耦合协调状态由轻度失调改善为勉强协调，协调发展态势良好。(3) 耦合协调度的总体基尼系数大幅下降后呈波动变化，具有一定的收敛趋势。东部和西部地区内差异较大，中部地区次之，东北地区最小。东北与东部、中部的地区间差距不断扩大，地区间差异是总体差异的最主要来源。(4) 耦合协调度有明显的空间集聚特征，主要表现为东部的高值集聚区与西部的低值集聚区。(5) 耦合协调状态具有向更高水平跃迁的概率倾向，但难以实现跨越式发展；高值省份对邻近省份有显著的正向溢出效应。

参考文献(References)

[1] 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议[C]//中国企业改革与发展研究会. 中国企业改革发展2020蓝皮书. 北京: 中国商务出版社, 2020: 16. [Proposal of the Central Committee of the Communist Party of China on formulating the 14th Five-Year Plan for National Economic and Social Development and the Vision Goals for the Year 2035 [C]//China Enterprise Reform and Development Research Association. China Enterprise Reform and Development 2020 Blue Book. Beijing: China Commerce and Trade Press, 2020: 16.]

[2] 王浩宇, 王永杰. 联结与区隔: 基础设施的两面性及其政策启示[J]. 中国行政管理, 2021, 37(10): 146-154. [Wang Haoyu, Wang Yongjie. Connectivity and segregation: The duality of infrastructure and its policy implications[J]. Chinese Public Administration, 2021, 37(10): 146-154.]

[3] 张佩, 王姣娥, 肖凡. 中国新基建发展的时空演变及驱动因素[J]. 地理科学进展, 2023, 42(2): 209-220. [Zhang Pei, Wang Jiao'e, Xiao Fan. Spatial evolution and determinants of new infrastructure development in China[J]. Progress in Geography, 2023, 42(2): 209-220.]

[4] 余萍, 徐之琦. 数字新基建对战略性新兴产业绿色技术创新效率的影响[J]. 工业技术经济, 2023, 42(1): 62-70. [Yu Ping, Xu Zhiqi. The impact of digital new infrastructure on the green technology innovation efficiency of strategic emerging industries[J]. Jour-

nal of Industrial Technological Economics, 2023, 42(1): 62-70.]

[5] 杨娜. 新基建助推产业结构升级与优化研究——评《新基: 建数字时代的新结构性力量》[J]. 商业经济研究, 2022(6): 2. [Yang Na. Research on new infrastructure boosting industrial structure upgrading and optimization: Comment on "new infrastructure: New structural forces in the digital age"[J]. Journal of Commercial Economics, 2022(6): 2.]

[6] 李海刚. 数字新基建、空间溢出与经济高质量发展[J]. 经济问题探索, 2022(6): 28-39. [Li Haigang. Digital new infrastructure, spatial spillover and high-quality economic development[J]. Inquiry into Economic Issues, 2022(6): 28-39.]

[7] 霍春辉, 吕梦晓, 张银丹. 数字新基建对国内价值链循环的影响研究[J]. 当代财经, 2023, 459(2): 120-131. [Huo Chunhui, Lü Mengxiao, Zhang Yindan. Research on the impact of new digital infrastructure on domestic value chain circulation[J]. Contemporary Finance & Economics, 2023, 459(2): 120-131.]

[8] 刘凤芹, 苏丛丛. "新基建"助力中国经济高质量发展理论分析与实证研究[J]. 山东社会科学, 2021(5): 136-141. [Liu Fengqin, Su Congcong. Theoretical analysis and empirical research on 'new infrastructure' to help China's high-quality economic development [J]. Shandong Social Sciences, 2021(5): 136-141.]

[9] 朱婉菁, 高小平. 区块链技术驱动下的城市公共安全韧性治理: 一种理论诠释[J]. 行政论坛, 2023, 30(2): 101-110. [Zhu Wanjing, Gao Xiaoping. Resilience governance of urban public security driven by blockchain technology: A theoretical interpretation[J]. Administrative Tribune, 2023, 30(2): 101-110.]

[10] 赫国胜, 燕佳妮. 数字金融对城市经济韧性的影响——基于空间计量模型的实证分析[J]. 经济问题探索, 2023(3): 97-110. [He Guosheng, Yan Jiani. The impact of digital finance on the urban economic resilience: Empirical analysis based on spatial econometric model[J]. Inquiry into Economic Issues, 2023(3): 97-110.]

[11] 文传浩, 谭君印, 胡钰苓, 等. 新型基础设施建设对长江上游城市绿色转型的影响研究——基于"三生"空间视角[J]. 长江流域资源与环境, 2022, 31(8): 1736-1752. [Wen Chuanhao, Tan Junyin, Hu Yuling, et al. Research on impact of new infrastructure construction on urban green transformation in upper reaches of Yangtze River: Based on perspective of production-living-ecological space[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2022, 31(8): 1736-1752.]

[12] Holling C S. Engineering resilience versus ecological resilience [M]//Schulze P. Engineering within Ecological Constraints, Washinfton, D C: National Academic Press, 1996: 31-44.

[13] Walker B, Gunderson L, Kinzig A, et al. A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems[J]. Ecology and Society, 2006, 11(1): 709-723.

[14] 李连刚, 张平宇, 谭俊涛, 等. 韧性概念演变与区域经济韧性研究进展[J]. 人文地理, 2019, 34(2): 1-7, 151. [Li Liangang, Zhang Pingyu, Tan Juntao, et al. review on the evolution of resilience concept and research progress on regional economic resilience[J]. Human Geography, 2019, 34(2): 1-7, 151.]

[15] Nystrom K. Regional resilience to displacements[J]. Regional Studies, 2018, 52(1): 4-22.

[16] 贺灿飞, 盛涵天. 区域经济韧性: 研究综述与展望[J]. 人文地理, 2023, 38(1): 1-10. [He Canfei, Sheng Hantian. Regional economic resilience: A review and future development outlook[J]. Human Geography, 2023, 38(1): 1-10.]

[17] 陈天, 王逸轩. 2022年韧性城市研究与实践热点回眸[J]. 科技导报, 2023, 41(1): 202-214. [Chen Tian, Wang Yixuan. Review on hot topics of resilient city research and practice in 2022[J]. Science & Technology Review, 2023, 41(1): 202-214.]

[18] 宋玉臣, 孙弘远. 中国经济韧性的动态演进特征与区域差异研究[J]. 统计与决策, 2023, 39(9): 109-114. [Song Yuchen, Sun Hongyuan. Dynamic evolution characteristics and regional differences of China's economic resilience[J]. Statistics & Decision, 2023, 39 (9): 109-114.]

[19] 刘启源, 范中启. 需求层次视角下区域韧性评价与时空演化及耦合协调分析[J]. 生态经济, 2023, 39(3): 213-222. [Liu Qiyuan, Fan Zhongqi. Regional resilience evaluation and spatio-temporal evolution and coupled coordination analysis from a demand level perspective[J]. Ecological Economy, 2023, 39(3): 213-222.]

[20] 张思思, 马晓钰, 崔琪. 中国城市韧性的时空动态演变及影响因素分析[J]. 统计与决策, 2023, 39(3): 110-115. [Zhang Sisi, Ma Xiaoyu, Cui Qi. Spatial-temporal dynamic evolution of urban resilience and its influencing factors in China[J]. Statistics & Decision, 2023, 39(3): 110-115.]

[21] 房玉东, 王文, 张志, 等. 安全韧性城市防灾减灾发展策略研究[J]. 中国工程科学, 2023, 25(1): 1-9. [Fang Yudong, Wang Wen, Zhang Zhi, et al. Strategies for disaster prevention and mitigation in safety and resilient cities[J]. Strategic Study of CAE, 2023, 25 (1): 1-9.]

[22] 黄梦涵, 张卫国. 中国四类资源型城市韧性水平比较与发展策略[J]. 经济地理, 2023, 43(1): 34-43. [Huang Menghan, Zhang Weiguo. Comparison of resilience levels and development strategies of four types of resource-based cities in China[J]. Economic Geography, 2023, 43(1): 34-43.]

[23] 郭朝先, 王嘉琪, 刘浩荣. "新基建"赋能中国经济高质量发展的路径研究[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2020, 20(6): 13-21. [Guo Chaoxian, Wang Jiaqi, Liu Haorong. Studies on how new infrastructure empowers high-quality development of China's economy[J]. Journal of Beijing University of Technology (Social Sciences Edition), 2020, 20(6): 13-21.]

[24] 谭皓方, 张守夫. 数字新基建、金融资源配置与经济高质量发展[J]. 云南民族大学学报(哲学社会科学版), 2023, 40(1): 134-142. [Tan Haofang, Zhang Shoufu. New digital infrastructure, financial resource allocation and high-quality economic development [J]. Journal of Yunnan Minzu University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2023, 40(1): 134-142.]

[25] 李越. 以新基建推动资源型地区高质量转型发展[J]. 理论探索, 2021(4): 100-106. [Li Yue. Promote high-quality transformation and development of resource-based regions with new infrastructure

[J]. Theoretical Exploration, 2021(4): 100-106.]

[26] 孙粤文. 大数据: 现代城市公共安全治理的新策略[J]. 城市发展研究, 2017, 24(2): 79-83. [Sun Yuewen. Big data: New strategy of public security governance in modern cities[J]. Urban Development Studies, 2017, 24(2): 79-83.]

[27] 何玉长. 2020新基建提速影响几何[J]. 人民论坛, 2020(21): 24-26. [He Yuchang. How much impact will the new infrastructure acceleration have in 2020[J]. People's Tribune, 2020(21): 24-26.]

[28] 高小玲, 陆文月. 新基建、产业集聚与绿色技术创新——基于制造企业数据的实证研究[J]. 研究与发展管理, 2023, 35(4): 19-33. [Gao Xiaoling, Lu Wenyue. New infrastructure, industrial agglomeration and green technology innovation: An empirical analysis based on the data of manufacturing enterprises[J]. R & D Management, 2023, 35(4): 19-33.]

[29] 伍先福, 黄骁, 钟鹏. 新型基础设施建设与战略性新兴产业耦合协调发展测度及其耦合机制[J]. 地理科学, 2021, 41(11): 1969-1979. [Wu Xianfu, Huang Xiao, Zhong Peng. Measurement and coupling mechanism of the coupling and coordinated development of new infrastructure construction and strategic emerging industries[J]. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(11): 1969-1979.]

[30] 邱栋, 陈明礼. 数字平台生态系统驱动区域韧性发展的机理研究[J]. 自然辩证法研究, 2020, 36(10): 37-41. [Qiu Dong, Chen Mingli. Research on mechanism of digital platform ecosystem driving the development of regional resilience[J]. Studies in Dialectics of Nature, 2020, 36(10): 37-41.]

[31] 李晓华. 面向智慧社会的"新基建"及其政策取向[J]. 改革, 2020(5): 34-48. [Li Xiaohua. New infrastructure construction and policy orientation for a smart society[J]. Reform, 2020(5): 34-48.]

[32] 崔文俊. 中国新基建发展潜力的空间差异与动态演进[J]. 河南社会科学, 2022, 30(11): 88-99. [Cui Wenjun. Spatial differences and dynamic evolution of China's new infrastructure development potential[J]. Henan Social Sciences, 2022, 30(11): 88-99.]

[33] 张佩, 孙勇. 新基建与产业升级耦合协调发展的空间格局及影响因素[J]. 长江流域资源与环境, 2023, 32(3): 464-477. [Zhang Pei, Sun Yong. Spatial pattern and influencing factors of the coupling and coordinated development of new infrastructure and industrial upgrading[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2023, 32(3): 464-477.]

[34] 闫绪娴, 郭伟. 数字基础设施如何影响区域经济韧性?[J]. 现代经济探讨, 2023(10): 33-42. [Yan Xuxian, Guo Wei. How digital infrastructure affects regional economic resilience?[J]. Modern Economic Research, 2023(10): 33-42.]

[35] 刘莉, 陆森. 数字经济、金融发展与经济韧性[J]. 财贸研究, 2023, 34(7): 67-83. [Liu Li, Lu Sen. Digital economy, financial development and economic resilience[J]. Finance and Trade Research, 2023, 34(7): 67-83.]

[36] 邹建琴, 明庆忠, 韦俊峰, 等. 社会-生态耦合视角下城市旅游系统韧性时空演化及其影响因素[J]. 资源开发与市场, 2023, 39(3): 368-376. [Zou Jianqin, Ming Qingzhong, Wei Junfeng, et al. The spatio-temporal evolution of urban tourism system resilience and its influencing factors from the perspective of social-ecological coupling[J]. Resource Development & Market, 2023, 39(3): 368-376.]

[37] 张筱娟, 汤琪凤, 张镇. 黄河流域城市韧性空间分异特征及其影响因素识别[J]. 地域研究与开发, 2022, 41(6): 48-54. [Zhang Xiaojuan, Tang Qifeng, Zhang Zhen. Spatial differentiation characteristics and its influencing factors of urban resilience in the Yellow River Basin[J]. Areal Research and Development, 2022, 41(6): 48-54.]

[38] 王学军, 郭亚军. 基于G1法的判断矩阵的一致性分析[J]. 中国管理科学, 2006, 14(3): 65-70. [Wang Xuejun, Guo Yajun. Analyzing the consistency of comparison matrix based on G1 method [J]. Chinese Journal of Management Science, 2006, 14(3): 65-70.]

[39] 张扬, 陈雨露, 张杨, 等. 成渝城市群"三生空间"时空格局与耦合协调分析[J]. 地域研究与开发, 2022, 41(5): 119-125. [Zhang Yang, Chen Yulu, Zhang Yang, et al. Spatial-temporal pattern and coupling coordination analysis of 'production-living-ecological space' in Chengdu-Chongqing urban agglomeration[J]. Areal Research and Development, 2022, 41(5): 119-125.]

[40] 余洁. 山东省旅游产业与区域经济协调度评价与优化[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(4): 163-168. [Yu Jie. Evalution and optimization of the coordinative degree between tourism industry and regional economy in Shandong Province[J]. China Population, Resources and Environment, 2014, 24(4): 163-168.]

[41] 杨玉欢, 贺建雄, 张新红, 等. 中国农文旅耦合协调发展空间分异特征及影响肌理[J]. 干旱区地理, 2023, 46(3): 448-459. [Yang Yuhuan, He Jianxiong, Zhang Xinhong, et al. Spatial differentiation characteristics and influencing texture of the coupling coordinated development of agro-culture-tourism in China[J]. Arid Land Geography, 2023, 46(3): 448-459.]

[42] 章激扬. 长三角城市群创新发展空间差异及收敛性研究——基于Dagum基尼系数分解[J]. 长江流域资源与环境, 2023, 32(2): 235-249. [Zhang Jiyang. Spatial difference and convergence of innovative development in Yangtze River delta: Based on Dagum Gini coefficient and decomposition[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2023, 32(2): 235-249.]

[43] 李德立, 田伟, 田刚. 我国旅游经济高质量发展的区间差异与动态演进[J]. 统计与决策, 2022, 38(24): 84-88. [Li Deli, Tian Wei, Tian Gang. Interval differences and dynamic evolution of high-quality development of China's tourism economy[J]. Statistics & Decision, 2022, 38(24): 84-88.]

[44] 蒋正云, 刘庆芳, 宋金平. 中国区域经济韧性的格局特征及演化机制[J]. 经济地理, 2023, 43(6): 1-12. [Jiang Zhengyun, Liu Qingfang, Song Jinping. Pattern characteristics and evolution mechanism of China's regional economic resilience[J]. Economic Geography, 2023, 43(6): 1-12.]

[45] Xu S, Wang X, Zhu R, et al. Spatio-temporal effects of regional resilience construction on carbon emissions: Evidence from 30 Chinese provinces[J]. Science of The Total Environment, 2023, 887, 164109, doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.164109.

Coupling and coordinated development of new infrastructure and regional resilience in China: Spatio-temporal differences and evolution trends

ZHANG Lixin, ZHANG Jiarui

(School of Management and Engineering, Qingdao University of Technology, Qingdao 266520, Shandong, China)

Abstract: Coupling and coordinated development of new infrastructure and regional resilience is an effective way to achieve new urbanization. This study constructs an evaluation index system for new infrastructure and regional resilience. Using a combination weighting and coupling coordination degree model, we measure the development index and coupling coordination level of new infrastructure and regional resilience across 31 provinces of China from 2013 to 2020. The Dagum Gini coefficient, spatial autocorrelation, and Markov chain are used to analyze spatial and temporal differences and evolution trend characteristics. The results reveal the following: (1) The new infrastructure and regional resilience development index are rising, with the coupling coordination state transitioning from mild imbalance to narrow coordination. (2) A spatial imbalance is observed in the level of coupling coordination; although the overall difference is decreasing, interregional differences remain the primary source of the overall disparity. (3) The coupling coordination level exhibits pronounced spatial agglomeration characteristics, mainly represented by high-value agglomeration areas in the east and low-value agglomeration areas in the west. (4) Coupling coordination tends to progress to high levels, although achieving leapfrog development remains challenging; high-value provinces exert a substantial positive spillover effect on neighboring provinces. This study examines the development status of new infrastructure and regional resilience, providing theoretical support and decision-making references for multiagent planning and management.

Key words: new infrastructure; regional resilience; coupling coordination degree; spatial differences; evolution trend